

Our File No. 9333/362
Client Reference No. IWUS03018

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Masaichi Akiho

Serial No.: New Application

Filing Date: November 12, 2003

For: DIGITAL AMPLIFIER AND METHOD FOR
ADJUSTING GAIN OF SAME

Examiner: Not Assigned

Group Art Unit No.: Not Assigned

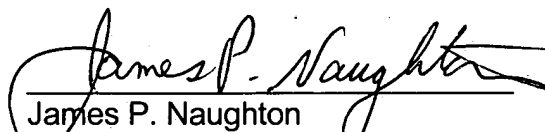
SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
Alexandria, VA 22313-1450

Dear Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of Japanese Patent Application No.
2002-380293, filed on December 27, 2002.

Respectfully submitted,


James P. Naughton
Registration No. 30,665
Attorney for Applicant

BRINKS HOFER GILSON & LIONE
P.O. BOX 10395
CHICAGO, ILLINOIS 60610
(312) 321-4200

IWUS 03018

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 2 7 日
Date of Application:

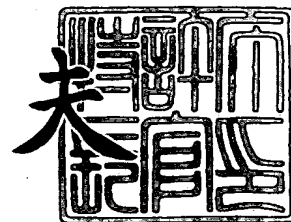
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 8 0 2 9 3
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 8 0 2 9 3]

出 願 人 アルパイン株式会社
Applicant(s):

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

2 0 0 3 年 9 月 1 日

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 1 0 3 7

【書類名】 特許願

【整理番号】 IWP02043

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H03G 7/00

【発明の名称】 デジタルアンプ及びそのゲイン調整方法

【請求項の数】 11

【発明者】

【住所又は居所】 東京都品川区西五反田 1 丁目 1 番 8 号 アルパイン株式
会社内

【氏名】 秋保 政一

【特許出願人】

【識別番号】 000101732

【氏名又は名称】 アルパイン株式会社

【代表者】 石黒 征三

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 053512

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 デジタルアンプ及びそのゲイン調整方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力されたデジタル信号を増幅するデジタルアンプにおいて

前記デジタル信号に対して音量制御を行う音量調整部と、

前記音量調整部により音量制御されたデジタル信号に対して、圧縮特性を付加してゲイン調整を行うゲイン調整部と、を有することを特徴とするデジタルアンプ。

【請求項 2】 前記ゲイン調整部は、入力信号を x とする時、次式、

$$y = a \{1 - 1(1 - [x])^n\}$$

の演算を行って、出力信号 y に圧縮特性を付加し、

但し、 $[x]$ は入力信号 x の絶対値、 n は圧縮特性を規定する指数、 a は $x \geq 0$ になるときに $\langle 1 \rangle$ 、 $x < 0$ になるときに $\langle -1 \rangle$ なる値をとる係数であることを特徴とする請求項 1 記載のデジタルアンプ。

【請求項 3】 前記デジタルアンプは、前記指数 n を可変することにより圧縮特性を変更することを特徴とする請求項 2 記載のデジタルアンプ。

【請求項 4】 前記デジタルアンプは、ゲイン調整機能の操作に応じて前記指数 n を可変することを特徴とする請求項 3 記載のデジタルアンプ。

【請求項 5】 前記デジタルアンプは更に、入力信号を x とする時、次式、

$$y = a \{1 - 1(1 - [x])^n\}、$$

但し、 $[x]$ は入力信号 x の絶対値、 n は圧縮特性を規定する指数、 a は $x \geq 0$ になるときに $\langle 1 \rangle$ 、 $x < 0$ になるときに $\langle -1 \rangle$ なる値をとる係数、

により与えられる入出力関係に対応する入出力変換表を記憶する記憶部を備え、

前記ゲイン調整部は、前記記憶部に記憶された前記入出力変換表を参照して、ゲイン調整を行うことを特徴とする請求項 1 記載のデジタルアンプ。

【請求項 6】 前記ゲイン調整部は、DSP（デジタル・シグナル・プロセッサ）であることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のデジタルアンプ。

【請求項 7】 入力されたデジタル信号を増幅するデジタルアンプのゲイン調整方法において、

前記デジタル信号に対して音量制御を行う音量調整段階と、

前記音量調整段階により音量制御が行われたデジタル信号に対して圧縮特性を付加してゲイン調整を行うゲイン調整段階と、を有することを特徴とするデジタルアンプのゲイン調整方法。

【請求項 8】 前記ゲイン調整段階は、入力信号を x とする時、次式、

$$y = a \{1 - 1(1 - [x])^n\}$$

の演算を行って、出力信号 y に圧縮特性を付加し、

但し、 $[x]$ は入力信号 x の絶対値、 n は圧縮特性を規定する指数、 a は $x \geq 0$ になるときに $\langle 1 \rangle$ 、 $x < 0$ になるときに $\langle -1 \rangle$ なる値をとる係数であることを特徴とする請求項 7 記載のデジタルアンプのゲイン調整方法。

【請求項 9】 前記デジタルアンプのゲイン調整方法は、前記指数 n を可変することにより圧縮特性を変更することを特徴とする請求項 7 記載のデジタルアンプのゲイン調整方法。

【請求項 10】 前記デジタルアンプのゲイン調整方法は、ゲイン調整機能の操作に応じて前記指数 n を可変することを特徴とする請求項 9 記載のデジタルアンプのゲイン調整方法。

【請求項 11】 前記ゲイン調整段階は、入力信号を x とする時、次式、

$$y = a \{1 - 1(1 - [x])^n\}、$$

但し、 $[x]$ は入力信号 x の絶対値、 n は圧縮特性を規定する指数、 a は $x \geq 0$ になるときに $\langle 1 \rangle$ 、 $x < 0$ になるときに $\langle -1 \rangle$ なる値をとる係数、

により与えられる入出力関係に対応する入出力変換表を記憶する記憶部を参照し、ゲイン調整を行うことを特徴とする請求項 7 記載のデジタルアンプのゲイン調整方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、入力されたデジタル信号を増幅するデジタルアンプ及びそのゲイン

調整方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、デジタルアンプが注目を浴びている。これは、音楽ソースがデジタルソースになってきたことに伴い、車等でさまざまな機器をローカルエリアネットワークで結ぶという車載LANが採用されている。特に、高級車を中心に大きく広まってきている。

【0003】

また、DSP技術の拡大により、オーディオ用高効率PWM (Pulse Width Modulation) 変調アンプ (クラスDアンプ) へのDSP応用が進んでおり、これにより、高音質化が実現されている。この技術は、従来の三角波を基準とした比較器出力を基本としたアナログPWM技術に対し、デジタルアンプとして広く普及しているものである。

【0004】

次に、このような従来のデジタルアンプについて、図4を用いて説明する。図4は、従来のデジタルアンプを説明するための図である。図4に示すように、デジタルアンプ1は、アナログ入力部2と、ADコンバータ3と、デジタル入力部4と、DSPオーディオコントロール5と、デジタルボリュームコントロール6と、PCM-PWM変換部7と、クラスDアンプ8とを有する。また、9はスピーカを示している。

【0005】

デジタルパワーアンプ1は、パルス幅を変調することにより入力信号を増幅して出力電圧とするものである。アナログ入力部2は、音声入力信号をアナログ信号で受け付ける。ADコンバータ3は、音声入力信号をアナログ/デジタル変換して、所定ビット (例えば16ビット) のデジタル信号を出力するものである。デジタル入力部4は、音声入力信号をデジタル信号で受け付ける。

【0006】

DSPオーディオコントロール5は、入力されたデジタル信号に対して、各種のオーディオ制御を実行する。デジタルボリュームコントロール6は、DSPオ

オーディオコントロール5からのデジタル信号に対して、音量制御を行う。PCM-PWM変換部7は、 n ビットのデジタルデータが入力されると、その値に応じたデューティ比を有するパルス信号を生成する。クラスDアンプ8は、高速なスイッチング動作によって信号を増幅する。

【0007】

次に、このような従来技術と同様の技術が記載された特許文献1について説明する。図5は、特許文献1記載のデジタルアンプを説明するための図である。図5に示すように、従来のデジタルアンプ30は、電源電圧 E 、 $-E$ を検出するAD変換器32と、出力電圧 V_o を検出するAD変換器34と、AD変換器34で検出された出力電圧 V_o 、AD変換器32で検出された電源電圧 E 、 $-E$ 及び入力電圧 V_i に基づきパルス幅を算出するDSP36とを備えている。

【0008】

このDSP36は、出力電圧 V_o に基づき負荷抵抗値 R を算出し、負荷抵抗値 R 、電源電圧 E 、 $-E$ 及び入力電圧 V_i に基づきパルス幅を算出する。これにより、パルス幅が電源電圧変動に応じて補正されるので、電源電圧変動による出力電圧 V_o の変動を抑制するというものである。また、AD変換器40は、アナログ音声信号からなる入力電圧 V_i を入力端子38を介して入力し、デジタル信号に変換してDSP36へ出力する。

【0009】

DSP36は、所定の計算式に基づきパルス幅を決定して、パルス幅を示す所定ビットの並列デジタル信号をPWM発生論理回路42へ出力する。PWM発生論理回路42は、そのパルス幅のパルスを発生し、その正負極性に対応したゲートドライバ441、442を介して、パワーMOSFET461を駆動する。その結果、出力端子48における出力電圧 V_o がパルス幅に応じて上昇又は下降することにより、出力端子48に接続されたスピーカ（図示せず）を鳴らし、出力信号の歪みを飛躍的に改善するというものである。

【0010】

この特許文献1記載のデジタルアンプでは、DSP技術を基本としているため、信号処理系内では最大信号値がいわゆるDSPの最大値を超えることは無く、

常に歪が極めて少ない状態が作られ、最大の S/N （信号対雑音）比が実現できるように管理されている。この為、原理的には、ほとんど無歪の出力が、ほぼアンプ部電源電圧に等しい振幅で得ることができるようになっている。

【0011】

また、本出願人により、入力オーディオ信号に圧縮特性を付加するとともに、デジタル信号処理に用いられている式における指数 n を可変することにより圧縮特性を変更し、デジタル方式でありながら、アナログ方式による圧縮特性と同等の特性をオーディオ信号に付加するデジタル可変プロセッサが提案されている（特許文献2）。

【0012】

【特許文献1】

特開 2002-151974 号公報

【特許文献2】

特開平 5-344078 号公報

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来のデジタルアンプでは、アンプ部の電源電圧と出力パワーが完全に一致するため、電源電圧が倍になれば、デジタルアンプのゲインも倍になってしまうことから、デジタルアンプのゲインは、出力部の電源電圧によって決定されてしまう。このようなデジタルアンプにおいても、DSPによる信号処理部において、入力信号にあらかじめ1よりも小さい係数を掛け、見かけ上のゲインを小さくしておき、デジタルアンプのゲイン設定に応じて係数を変更することでユーザに対し可変ゲイン機能を提供する事も可能である。しかし、この場合、最大ゲイン設定時以外では、再生信号の S/N 比が劣化してしまい、製品の最大性能を常に提供する事はできないという問題がある。

【0013】

また、アナログ回路の場合は、処理している信号のレベルが大きすぎる場合には、リモートに飽和するため、歪みがそれほど大きくなることはないが、デジタル処理の場合には、信号レベルが量子化ビット数の最大値を超えてオーバーフローすると、その量子化ビット数の最大値で信号波形が切り取られて（クリップさ

れて) しまい、波形の歪みが大きくなってしまいう問題点があった。

【0014】

そこで、本発明は上記従来技術の問題点を解決し、ソフトクリップを行うことができるデジタルアンプ及びそのゲイン調整方法を提供することを目的とする。さらに、再生信号のS/N比を劣化させることなく、ゲインを可変にできるデジタルアンプ及びそのゲイン調整方法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記課題は、本発明によれば、入力されたデジタル信号を増幅するデジタルアンプにおいて、前記デジタル信号に対して音量制御を行う音量調整部と、前記音量調整部により音量制御されたデジタル信号に対して、圧縮特性を付加してゲイン調整を行うゲイン調整部と、を有するデジタルアンプにより達成される。

【0016】

本発明のデジタルアンプによれば、ゲイン調整部によって、音量調整部から入力されたデジタル信号に対して圧縮特性を付加してゲイン調整を行うようにしたため、出力信号を徐々にクリップするというソフトクリップを行うことができる。これにより、デジタルアンプでありながら、アナログアンプにみられるような過大入力状態と同じ動作を得ることができ、大出力時のソフトクリップコントロールを実現することができる。

【0017】

また、上記構成のデジタルアンプにおいて、前記ゲイン調整部は、入力信号を x とする時、次式、

$$y = a \{ 1 - 1 (1 - [x])^n \}$$

の演算を行って、出力信号 y に圧縮特性を付加し、

但し、 $[x]$ は入力信号 x の絶対値、 n は圧縮特性を規定する指数、 a は $x \geq 0$ になるときに $\langle 1 \rangle$ 、 $x < 0$ になるときに $\langle -1 \rangle$ なる値をとる係数とすることも可能である。

【0018】

本発明のデジタルアンプによれば、前記ゲイン調整部は、入力信号を x とする

時、次式、 $y = a \{1 - 1 (1 - [x])^n\}$ の演算を行って、出力信号 y に圧縮特性を付加するので、出力信号 y を徐々にクリップするようにゲインを調整することができ、デジタルアンプでありながら、アナログアンプにみられるような過大入力状態と同じ動作を得ることができる。これにより、大出力時のソフトクリップコントロールを実現することができる。

【0019】

また、上記構成のデジタルアンプにおいて、前記指数 n を可変することにより圧縮特性を変更するも可能である。本発明のデジタルアンプによれば、前記指数 n を可変することにより圧縮特性を変更するようにしたので、デジタルアンプの電源電圧によるゲインを可変することができる。これにより、再生信号の S/N 比を劣化させることなく、デジタルアンプのゲインを調整することができる。

【0020】

また、上記構成のデジタルアンプにおいて、ゲイン調整機能の操作に応じて前記指数 n を可変することも可能である。本発明のデジタルアンプによれば、ゲイン調整機能の操作に応じて前記指数 n を可変するようにしたので、例えば、ユーザがゲイン調整機能を実行することにより、その操作に応じて、指数 n を任意に変更することができ、これにより、ユーザは任意に、前記ゲイン調整部によるゲインを調整することができる。

【0021】

また、上記構成のデジタルアンプにおいて、更に、入力信号を x とする時、次式、

$$y = a \{1 - 1 (1 - [x])^n\}$$

により与えられる入出力関係に対応する入出力変換表を記憶する記憶部を備え、前記ゲイン調整部は、前記記憶部に記憶された前記入出力変換表を参照して、ゲイン調整を行うことも可能である。

【0022】

本発明のデジタルアンプによれば、入力信号を x とする時、次式、 $y = a \{1 - 1 (1 - [x])^n\}$ により与えられる入出力関係に対応する入出力変換表を記憶する記憶部を備えるようにして、前記ゲイン調整は、前記記憶部

に記憶された前記入出力変換表を参照して、ゲイン調整を行うようにしたので、計算式では求めることができないゲインの中間値、例えば、1 [dB]、5 [dB] などの変換値を持つことも可能である。これにより、最適な値に基づいて、再生信号の S/N 比を劣化させることなく、デジタルアンプのゲイン調整を行うことができる。

【0023】

また、前記ゲイン調整部は、DSP（デジタル・シグナル・プロセッサ）により上記機能を実現することも可能である。

【0024】

また、上記課題は本発明によれば、入力されたデジタル信号を増幅するデジタルアンプのゲイン調整方法において、前記デジタル信号に対して音量制御を行う音量調整段階と、前記音量調整段階により音量制御が行われたデジタル信号に対して圧縮特性を付加してゲイン調整を行うゲイン調整段階と、を有するデジタルアンプのゲイン調整方法によって達成される。

【0025】

本発明のデジタルアンプのゲイン調整方法によれば、音量調整段階により、デジタル信号に対して音量制御を行い、ゲイン調整段階により、音量調整段階により音量制御が行われたデジタル信号に対して、圧縮特性を付加してゲイン調整を行うようにしたので、例えば、ゲイン調整段階によって、出力信号を徐々にクリップするようにゲイン調整を行うことにより、大出力時のソフトクリップコントロールを実現することができる。

【0026】

また、前記ゲイン調整段階は、請求項7記載のデジタルアンプのゲイン調整方法において、入力信号を x とする時、次式、

$$y = a \{ 1 - 1 (1 - [x])^n \}$$

の演算を行って、出力信号 y に圧縮特性を付加し、但し、 $[x]$ は入力信号 x の絶対値、 n は圧縮特性を規定する指数、 a は $x \geq 0$ なるときに $\langle 1 \rangle$ 、 $x < 0$ なるときに $\langle -1 \rangle$ なる値をとる係数とすることも可能である。

【0027】

本発明のデジタルアンプのゲイン調整方法によれば、前記ゲイン調整段階は、入力信号を x とする時、次式、 $y = a \{1 - 1 (1 - [x])^n\}$ の演算を行って、出力信号 y に圧縮特性を付加するので、出力信号 y を徐々にクリップするようにゲインを調整することができる。これにより、大出力時のソフトクリップコントロールを実現することができる。

【0028】

また、上記デジタルアンプのゲイン調整方法において、前記指数 n を可変することにより圧縮特性を変更することも可能である。本発明のデジタルアンプのゲイン調整方法によれば、前記指数 n を可変することにより圧縮特性を変更するようにしたので、デジタルアンプの電源電圧によるゲインを可変することができる。これにより、再生信号の S/N 比を劣化させることなく、デジタルアンプのゲインを調整することができる。

【0029】

また、上記デジタルアンプのゲイン調整方法において、ゲイン調整機能の操作に応じて前記指数 n を可変することを特徴とする。本発明のデジタルアンプのゲイン調整方法によれば、ゲイン調整機能の操作に応じて前記指数 n を可変することができるようにしたので、例えば、ユーザがゲイン調整機能を実行することにより、その操作に応じて、指数 n を任意に変更することができる、これにより、ユーザは、再生信号の S/N 比を劣化させることなく、前記ゲイン調整段階によるゲインを任意に調整することができる。

【0030】

また、前記ゲイン調整段階は、前記デジタルアンプのゲイン調整方法において、入力信号を x とする時、次式、 $y = a \{1 - 1 (1 - [x])^n\}$ により与えられる入出力関係に対応する入出力変換表を記憶する記憶部を参照し、ゲイン調整を行うことも可能である。

【0031】

本発明のデジタルアンプのゲイン調整方法によれば、入力信号を x とする時、次式、 $y = a \{1 - 1 (1 - [x])^n\}$ により与えられる入出力関係に対応す

る入出力変換表を記憶する記憶部を参照して、入力されたデジタル信号に対するゲイン調整を行うようにしたので、ゲインの中間値、例えば、1 [dB]、5 [dB] などの変換値をゲイン調整に用いることができる。これにより、最適な値に基づいて、デジタルアンプのゲイン調整を行うことができる。

【0032】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を適用した一実施の形態について、図面を参照しながら説明する。本実施の形態に係るデジタルアンプは、アナログと同じような歪み方をデジタルのクラスDアンプで実現するものである。図1は、本実施の形態に係るデジタルパワーアンプ100を説明するための図である。デジタルパワーアンプ100は、パルス幅を変調することにより入力電圧を増幅して出力電圧とするものである。

【0033】

図1に示すように、デジタルパワーアンプ100は、アナログ入力部2と、ADコンバータ3と、デジタル入力部4と、DSPオーディオコントロールと5、デジタルボリュームコントロール6と、ソフトクリップゲイン調整部101と、PWM変換部7と、クラスDアンプ8と、記憶部103とを有する。また、図1において、9はスピーカ、102はDSP、104は操作手段を示している。

【0034】

アナログ入力部2は、音声入力信号をアナログ信号で受け付ける。ADコンバータ3は、音声入力信号をアナログ/デジタル変換して、所定ビット（例えば16ビット）のデジタル信号を出力するものである。つまり、アナログ入力部2から入力されたアナログオーディオ信号はADコンバータ3によってデジタルオーディオ信号に変換されたのちDSPオーディオコントローラ5に入力される。

【0035】

デジタル入力部4は、音声入力信号をデジタル信号で受け付ける。つまり、デジタル入力部4から入力されたデジタルオーディオ信号は直接DSPコントローラ5に入力される。DSPオーディオコントローラ5は、入力されたデジタル信号に対して、各種のオーディオ制御を実行するものである。また、ユーザは操

作手段104を操作することにより、DSPオーディオコントローラへ制御信号を供給することができる。ここで、各種のオーディオ制御としては、バランス制御、フェーダ制御、音質制御、グラフィック・イコライザ制御及び音場制御等である。デジタルボリュームコントロール6は、音量調整部であって、DSPオーディオコントロール5からのデジタル信号に対して、音量制御を行うものである。

【0036】

ソフトクリップゲイン調整部101は、ゲイン調整部であって、デジタルボリュームコントローラにより音量制御されたデジタル信号に対してゲイン調整を行うとともに、大出力時のソフトクリップコントロールを行う。

【0037】

また、このソフトクリップゲイン調整部101は、入力信号を x とする時、式 $y = a \{1 - 1(1 - [x])^n\} \dots (1)$ の演算を行って、出力信号 y に圧縮特性を付加する。但し、 $[x]$ は入力信号 x の絶対値、 n は圧縮特性を規定する指数、 a は $x \geq 0$ なるときに $\langle 1 \rangle$ 、 $x < 0$ なるときに $\langle -1 \rangle$ なる値をとる係数である。これにより、大出力時のソフトクリップコントロールを実現することができる。

【0038】

また、指数 n を可変することにより圧縮特性を変更するようにすることもできる。デジタルアンプの電源電圧によるゲインを可変することができる。これにより、再生信号の S/N 比を劣化させることなく、デジタルアンプのゲインを調整できる。ユーザのゲイン調整機能の操作に応じて指数 n を可変するようにしてもよい。なお、DSPオーディオコントローラ5、デジタルボリュームコントローラ6、ソフトクリップゲイン調整部101をDSPにより行うこともできる。

【0039】

PCM-PWM変換部7は、 n ビットのデジタルデータが入力されると、その値に応じたデューティ比を有するパルス信号を生成する。クラスDアンプ8は、高速なスイッチング動作によって信号を増幅する。

【0040】

記憶部 103 は、入力信号を x とする時、式

$$y = a \{1 - 1(1 - [x])^n\}$$

により与えられる入出力関係に対応する入出力変換表を記憶する。ソフトクリップゲイン調整部 101 は、記憶部 103 に記憶された入出力変換表を参照して、ゲイン調整を行うようにすることもできる。なお、この記憶部 103 は、ROM (リードオンリーメモリ) 等を用いることができる。

【0041】

次に、上述したソフトクリップゲイン調整部 101 について詳細に説明する。図 2 は、ソフトクリップゲイン調整部のブロック図を示す図である。図 2 に示すように、ソフトクリップゲイン調整部 101 は、正負判定部 11、係数化处理部 12、絶対値処理部 13、第 1 の減算処理部 14、べき乗処理部 15、第 2 の減算処理部 16、そして乗算処理部 17 を有している。

【0042】

また、ソフトクリップゲイン調整部 101 は、入力信号 x に対して、
 $y = a \{1 - 1(1 - [x])^n\}$
 なる演算を行って、出力信号 y に圧縮特性を付加する。尚、上式においては便宜上、絶対値記号を $[]$ として示している。従って $[x]$ は信号 x の絶対値を示している。また n は、圧縮特性を規定する指数であり、設定すべき圧縮特性に応じて可変設定される。また a は、入力信号 x の極性に応じて設定される係数であり、 $x \geq 0$ になるときに $\langle 1 \rangle$ 、 $x < 0$ になるときに $\langle -1 \rangle$ なる値として設定される。

【0043】

具体的には、正負判定部 11 は、入力信号 x の正負を判定する。正負判定部 11 は、例えば $\langle x \geq 0 \rangle$ であるか否かを判定し、この判定結果を係数化处理部 12 に出力する。係数化处理部 12 は、正負判定部 11 からの判定結果に従って、係数 a の値を設定する。即ち、係数化处理部 12 は、前述したように入力信号 x が $\langle x \geq 0 \rangle$ であるとき、その係数 a の値を $\langle 1 \rangle$ として設定する。一方、係数化处理部 12 は、入力信号 x が $\langle x < 0 \rangle$ であるときには係数 a の値を $\langle -1 \rangle$ として設定する。この係数 a の値は、出力信号 y に対する極性情報として乗算処理部 17 に与えられる。

【0044】

絶対値処理部 13 は、入力信号 x の振幅（レベル）の絶対値を $[x]$ として求め、求めた絶対値 $[x]$ を第 1 の減算処理部 14 に出力する。第 1 の減算処理部 14 は、絶対値処理部 13 からの絶対値 $[x]$ を定数 $\langle 1 \rangle$ から減算することで、入力信号 x の最大振幅値を $\langle 1 \rangle$ として正規化したときの補数を求める。この補数 $\langle 1 - [x] \rangle$ に従って、入力信号 x のレベルに応じた減衰量を対数的に付与し、その信号レベルに応じた圧縮特性を設定するべく、べき乗処理部 15 では設定された指数 n に応じて上記補数 $\langle 1 - [x] \rangle$ をべき乗処理している。

【0045】

具体的には、べき乗処理部 15 は、指数 n が $\langle 2 \rangle$ である場合には、 $\langle 1 - [x] \rangle \times \langle 1 - [x] \rangle = \langle 1 - [x] \rangle^2$ なるべき乗処理を実行する。また、べき乗処理部 15 は、指数 n が $\langle 3 \rangle$ である場合には、 $\langle 1 - [x] \rangle \times \langle 1 - [x] \rangle \times \langle 1 - [x] \rangle = \langle 1 - [x] \rangle^3$ なるべき乗処理を実行する。また、べき乗処理部 15 は、指数 n が $\langle 4 \rangle$ である場合には、 $\langle 1 - [x] \rangle \times \langle 1 - [x] \rangle \times \langle 1 - [x] \rangle \times \langle 1 - [x] \rangle = \langle 1 - [x] \rangle^4$ としてべき乗処理を実行する。

【0046】

つまり、べき乗処理部 15 のべき乗処理により、入力信号 x に対して与えるべき減衰量が、その信号レベルに応じて求められている。そして信号レベルが高いほど減衰量が小さく、信号レベルが低いほど減衰量が大きくなるような逆圧縮特性が設定されている。

【0047】

第 2 の減算処理部 16 は、上述した如く求められる減衰量を、その正規化された値 $\langle 1 \rangle$ から減算することで、実際に入力信号 x に対して付与するべき減衰量を設定するものである。この減算処理によって、入力信号 x のレベルが高いほど減衰量が大きく、その信号レベルが低いほど減衰量が小さくなるような図 3 に示すような圧縮特性が設定され、入力信号 x のレベルに応じて可変された信号が $1 - \langle 1 - [x] \rangle^n$ として求められている。この第 2 の減算処理部 16 から出力される信号は乗算処理部 17 に導かれ、前述した係数 a が乗ぜられて入力信号 x の極性に応じた極性の出力信号 y に変換されて出力される。

【0048】

上述した信号処理を実行するソフトクリップゲイン調整部101によれば、簡単な処理にて、つまり除算処理を要することなく入力信号 x を、指数 n で規定される圧縮特性のを付加することができる。

【0049】

すなわち、本実施の形態に係るデジタルアンプによれば、ソフトクリップゲイン調整部101は、入力信号を x とする時、次式、 $y = a \{1 - 1(1 - [x])^n\}$ の演算を行って、出力信号 y に圧縮特性を付加するので、出力信号 y を徐々にクリップするようにゲインを調整することができる、これにより、デジタルアンプでありながら、アナログアンプにみられるような過大入力状態と同じ動作を得ることができる。大出力時のソフトクリップコントロールを実現することができる。

【0050】

また、ユーザが操作手段104、例えば、ゲイン調整機能操作手段の操作に応じて、上述した式の指数 n を可変するようにしてもよい。これにより、ユーザがゲイン調整機能进行操作することにより、指数 n を任意に変更することができ、ユーザは前記ゲイン調整部によるゲインを任意に調整することができる。

【0051】

次に、図1から図3を用いて、本実施の形態の対数表示による入出力特性について説明する。図3は、本実施の形態の対数表示による入出力特性を示す図である。図3に示すように、横軸は入力値 x (入力信号) であり、縦軸は出力値 y (出力信号) を示している。また、図3において、Aは指数 $n = 1$ の場合の入出力特性、Bは指数 $n = 2$ の場合の入出力特性、Cは指数 $n = 3$ の場合の入出力特性を示している。

【0052】

ソフトクリップゲイン調整部101をデジタルアンプ101のボリューム調整の後に設置し、ユーザは操作手段104を操作することにより、DSPオーディオコントローラ5を介して、ソフトクリップゲイン調整部101によるアルゴリズムの指数 n を、 $n = 0, 1, 2, \dots$ と可変する。

【0053】

例えば、入力信号 $x = 0.9$ を例にとって説明すると、指数 $n = 1$ の場合には、第1の減算処理部14により、 $\langle 1 - [x] \rangle = 1 - 0.9 = 0.1$ となる。また、べき乗処理部15により、 $\langle 1 - [x] \rangle^1 = 0.1$ となる。このため、第2の減算処理部16により、 $\{1 - 1(1 - [x])^1\} = 0.9$ となる。そして、乗算処理部17により、 $y = a \{1 - 1(1 - [x])^1\} = 0.9$ となる。

【0054】

また、指数 $n = 2$ の場合には、第1の減算処理部14により、 $\langle 1 - [x] \rangle = 1 - 0.9 = 0.1$ となる。また、べき乗処理部15により、 $\langle 1 - [x] \rangle^2 = 0.01$ となる。このため、第2の減算処理部16により、 $\{1 - 1(1 - [x])^2\} = 0.99$ となる。そして、乗算処理部17により、 $y = a \{1 - 1(1 - [x])^2\} = 0.99$ となる。

【0055】

また、指数 $n = 3$ の場合には、第1の減算処理部14により、 $\langle 1 - [x] \rangle = 1 - 0.9 = 0.1$ となる。また、べき乗処理部15により、 $\langle 1 - [x] \rangle^3 = 0.001$ となる。このため、第2の減算処理部16により、 $\{1 - 1(1 - [x])^3\} = 0.999$ となる。そして、乗算処理部17により、 $y = a \{1 - 1(1 - [x])^3\} = 0.999$ となる。

【0056】

このように、リニアな信号が2乗となるため、入出力特性は、図3に示すA、B、Cのように、ゲイン G は $n = 2$ の場合には $+6 \text{ dB}$ 、 $n = 3$ の場合には $+9 \text{ dB}$ となり、徐々に1に収束するというようになだらかなカーブを描くようになる。これにより、ソフトクリップ状態になる。

【0057】

デジタルアンプ101の電源電圧によるゲインを $G [\text{dB}]$ とすると、それぞれ G 、 $G + 6$ 、 $G + 9$ 、 $G + 12$ 、 \dots 、 $[\text{dB}]$ と可変する事が可能となる。加えて、それぞれの設定に対し、出力信号は徐々にクリップしていく事となる。これにより、アナログアンプに見られるような過大入力状態と同じ動作を得る事ができる。

【0058】

デジタルアンプ101のボリューム調整の後にソフトクリップゲイン調整部101を設置し、ソフトクリップゲイン調整部1による処理に上記式(1)を用いることにより、デジタルアンプであっても、アナログと同じようにスムーズに飽和するという動作になる。これにより、デジタル系のコンプレッサと同じような動きをさせることができる。

【0059】

本実施の形態に係るデジタルアンプによれば、デジタルであっても、入力信号として、ソースで足りる大きな信号が入ってきた場合に、設定されるボリュームが低いときには、何も行わずに、リニアな信号を出力する。一方、設定されるボリュームがあがって、出力信号が飽和に近い状態になると、上述したようなソフトクリップの動きをする。これにより、デジタルアンプでありながら、アナログ的な動きを加えることができる。

【0060】

さらに、デジタルアンプ100のゲインGは、電源電圧で定まるが、本実施の形態に係るデジタルアンプによれば、指数nを変更することで、任意にゲインをかえることができる。デジタルで統一されたオーディオシステムの中で、ボリュームコントロールの後段に、ソフトクリップゲイン調整部を設けることにより、上述したソフトクリップが可能となる。従来、この処理をDSPで行っており、信号の整合化するために、ボリュームコントロールの前段で、最大の性能をたもったまま、DAコンバータを通してボリュームコントロールするようにしていたが、本実施の形態では、デジタルアンプのアプリケーションで、ボリュームコントロールをとった後のデジタル信号に、このソフトクリップ処理を加えることによって、上述のソフトクリップを実現することができる。

【0061】

また、上述の指数nの変更は、ゲイン調整機能として設定することができる。すなわち、ゲインを調整することにより、指数nの値が変わるようにすることができる。この指数nは、ユーザが選べるように指数nの値を可変にしている。どのようなレンジであっても、歪みのない音で聞きたいというユーザ用には、指数

n の値を 1 に設定するようにし、一方、ボリュームが大きくなった際に歪んでもいいから、パワー感がほしいというユーザには、指数 n の値を 2、又は 3 に設定するようにする。なお、本実施の形態では、式 (1) における指数 n をユーザの操作手段 104 の操作に応じて、可変にできるようにしたが、これに限定されることなく、この指数 n を固定にすることもできる。

【0062】

以上、本発明の一実施の形態を説明した。本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内において種々の変形実施が可能である。

【0063】

【発明の効果】

以上説明した本発明によれば、ゲイン調整部によって、デジタル信号に対して圧縮特性を付加してゲインを調整するようにしたため、出力信号を徐々にクリップするというソフトクリップを行うことができる。また、ゲイン調整部による指数 n を可変することにより圧縮特性を変更するようにしたので、デジタルアンプの電源電圧によるゲインを可変できるようにしたため、再生信号の S/N 比を劣化させることなく、デジタルアンプのゲイン調整を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本実施の形態に係るデジタルパワーアンプ 100 を説明するための図である。

【図 2】

ソフトクリップゲイン調整部のブロック図を示す図である。

【図 3】

本実施の形態の対数表示による入出力特性を示す図である。

【図 4】

従来のデジタルアンプを説明するための図である。

【図 5】

特許文献 1 記載のデジタルアンプを説明するための図である。

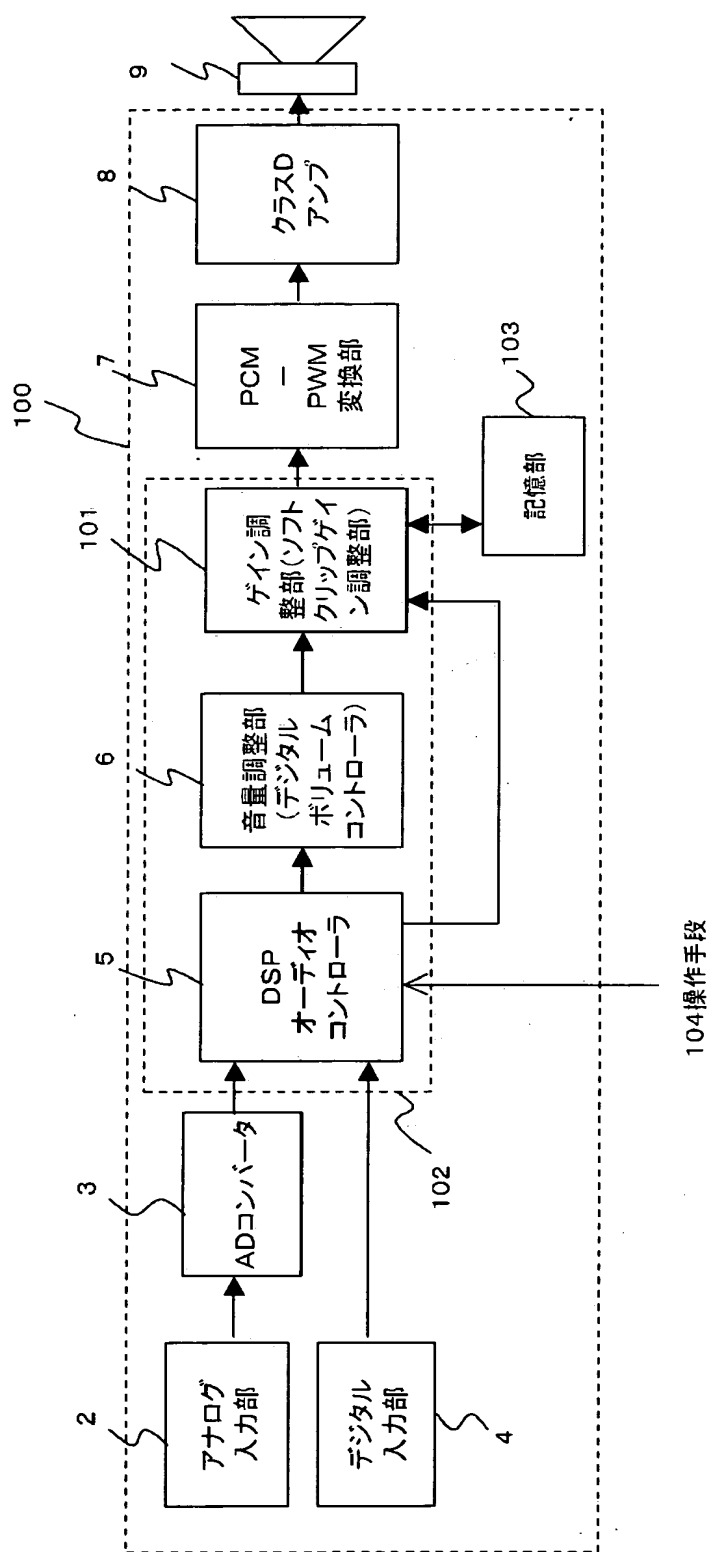
【符号の説明】

100 デジタルアンプ

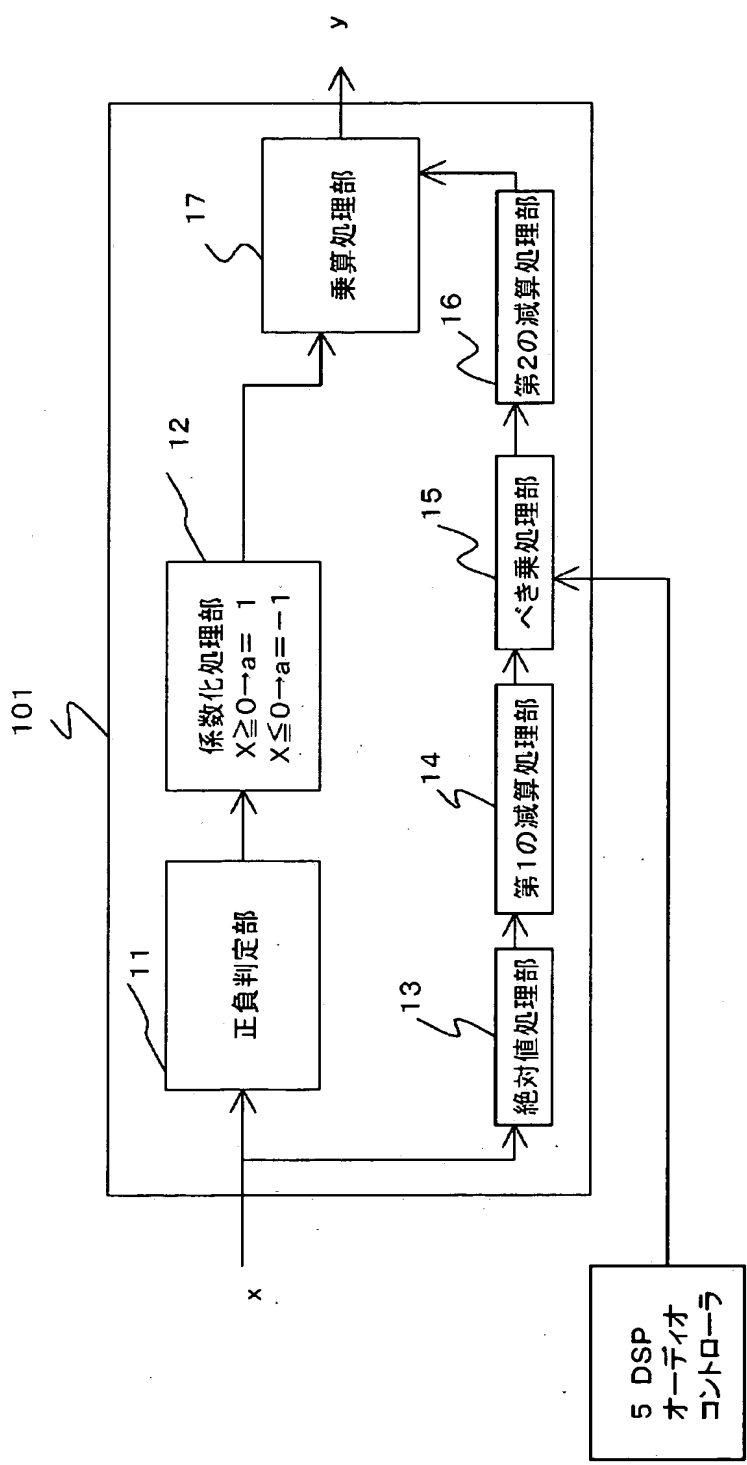
- 2 アナログ入力部
- 3 ADコンバータ
- 4 デジタル入力部
- 5 オーディオコントローラ
- 6 デジタルボリュームコントローラ
- 7 PCM-PWM変換器
- 8 クラスDアンプ
- 101 ソフトクリップゲイン調整部
- 102 DSP
- 103 記憶部

【書類名】 図面

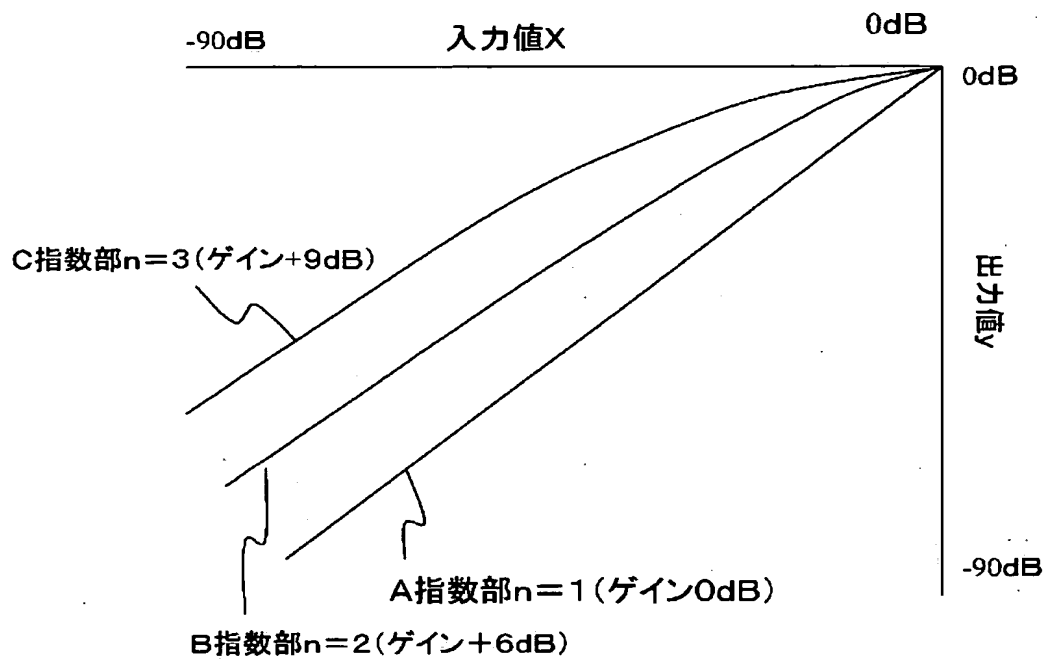
【図 1】



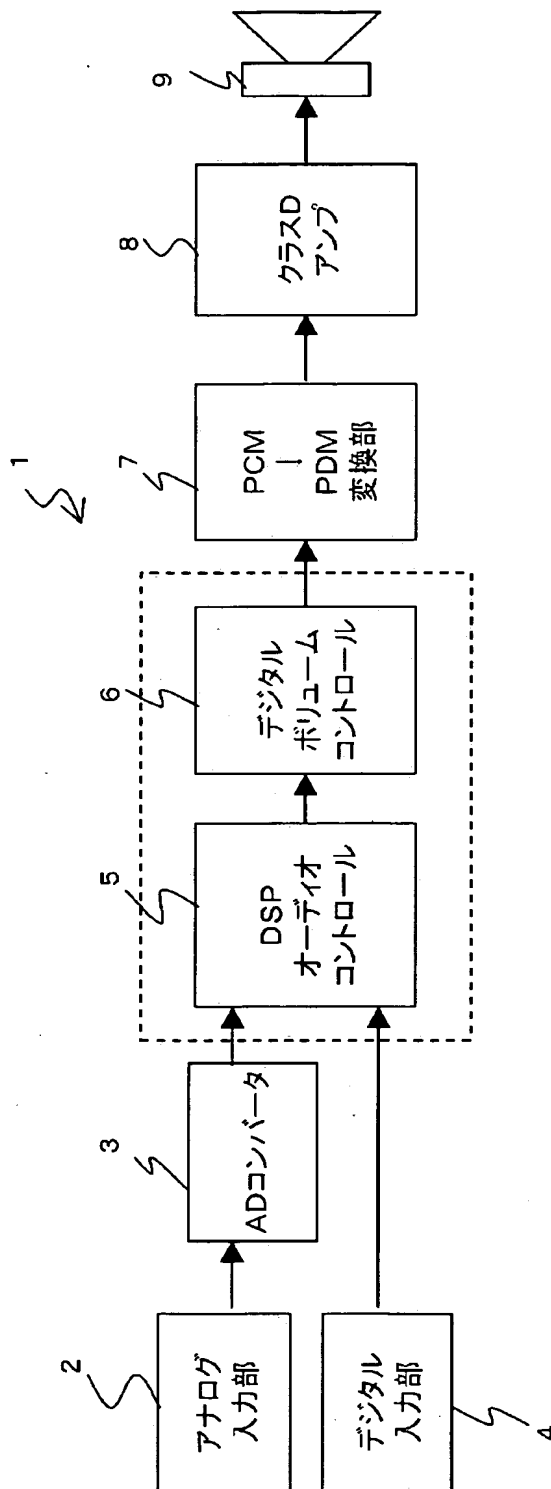
【図 2】



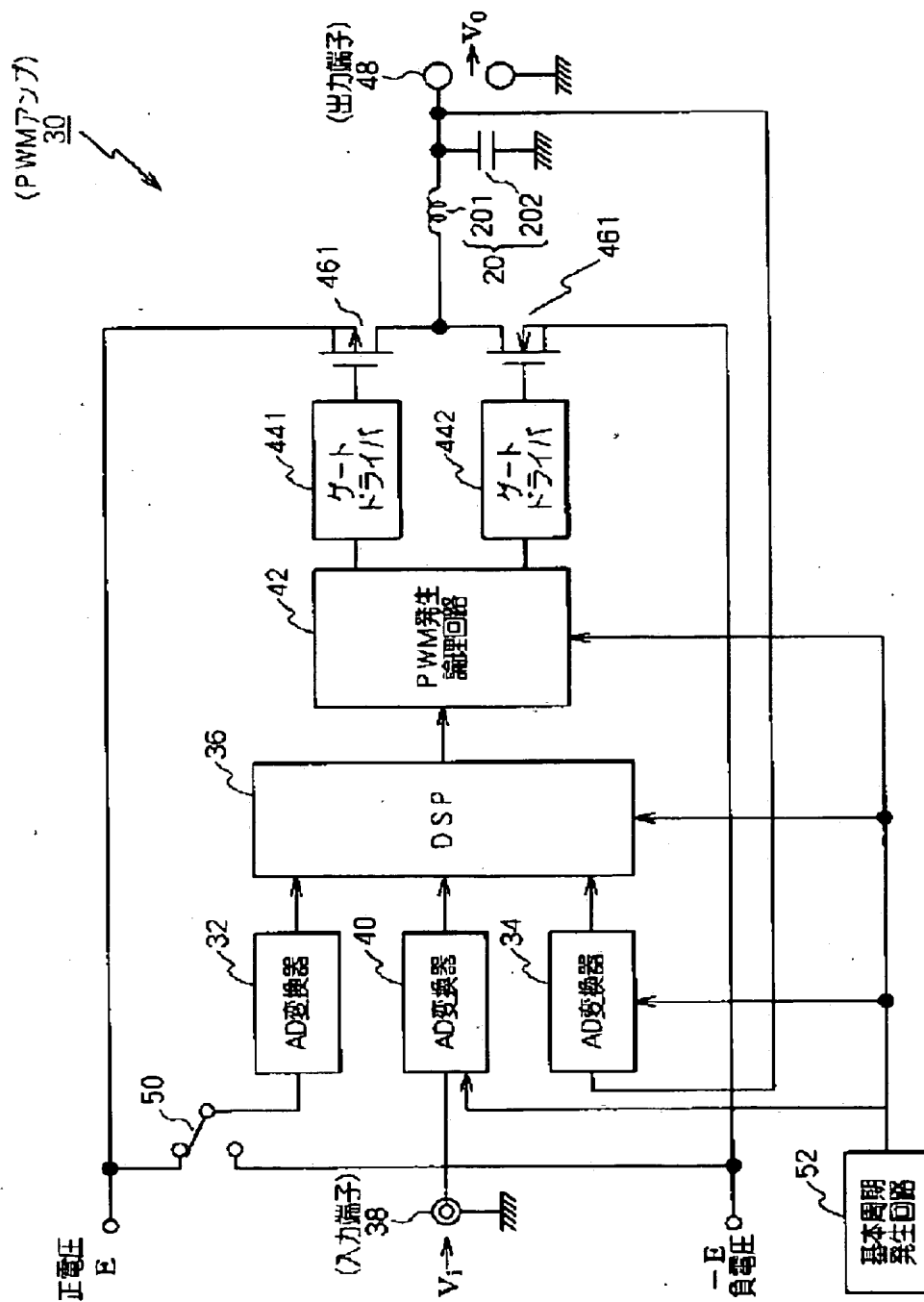
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ソフトクリップを行うことができるとともに、再生信号のS/N比を劣化させることなく、ゲインを可変にできるデジタルアンプを提供する。

【解決手段】 入力されたデジタル信号を増幅するデジタルアンプ100は、デジタル信号に対して音量制御を行う音量調整部5と、音量調整部5により音量制御されたデジタル信号に対して、圧縮特性を付加してゲイン調整を行うゲイン調整部101とを有する。また、ゲイン調整部は、入力信号をxとする時、次式、 $y = a \{1 - 1 (1 - [x])^n\}$ の演算を行って、出力信号yに圧縮特性を付加する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2002-380293
受付番号	50201987180
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成15年 1月 6日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成14年12月27日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 8 0 2 9 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 0 1 7 3 2]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区西五反田 1 丁目 1 番 8 号

氏 名

アルパイン株式会社